

**PATENT APPLICATION**

THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re the Application of

Noboru YAMANAKA

Application No.: 10/667,337

Filed: September 23, 2003

Docket No.: 117263

For: THIN FILM MAGNETIC HEAD, MAGNETIC HEAD DEVICE AND MAGNETIC  
RECORDING/REPRODUCING DEVICES

**CLAIM FOR PRIORITY**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application filed in the following foreign country is hereby requested for the above-identified patent application and the priority provided in 35 U.S.C. §119 is hereby claimed:

Japanese Patent Application No. 2002-288743 filed on October 1, 2002

In support of this claim, a certified copy of said original foreign application:

☒ is filed herewith.

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the requirements of 35 U.S.C. §119 have been fulfilled and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of this document.

Respectfully submitted,

James A. Oliff  
Registration No. 27,075

Thomas J. Pardini  
Registration No. 30,411

JAO:TJP/mlo

Date: December 8, 2003

**OLIFF & BERRIDGE, PLC**  
**P.O. Box 19928**  
**Alexandria, Virginia 22320**  
**Telephone: (703) 836-6400**

DEPOSIT ACCOUNT USE  
AUTHORIZATION  
Please grant any extension  
necessary for entry;  
Charge any fee due to our  
Deposit Account No. 15-0461

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日  
Date of Application: 2002年10月 1日

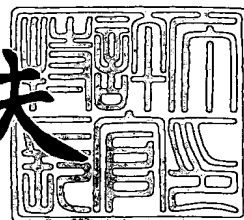
出願番号  
Application Number: 特願2002-288743  
[ST. 10/C]: [JP2002-288743]

出願人  
Applicant(s): TDK株式会社

2003年10月 1日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2003-3080621

【書類名】 特許願

【整理番号】 P04369

【提出日】 平成14年10月 1日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 G11B 5/39

【発明者】

【住所又は居所】 東京都中央区日本橋一丁目 1 3 番 1 号 ティーディーケイ株式会社内

【氏名】 山中 昇

【特許出願人】

【識別番号】 000003067

【氏名又は名称】 ティーディーケイ株式会社

【代理人】

【識別番号】 100081606

【弁理士】

【氏名又は名称】 阿部 美次郎

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014513

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 薄膜磁気ヘッド、磁気ヘッド装置及び磁気記録再生装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 少なくとも 1 つの書込素子を含む薄膜磁気ヘッドであって、前記書込素子は、第 1 の磁性膜と、第 2 の磁性膜と、ギャップ膜と、コイル膜とを含んでおり、

前記第 1 の磁性膜は、2 つのノッチ部と、第 1 のポール片とを有しており、

前記 2 つのノッチ部のそれぞれは、前記第 1 の磁性膜の一面に互いに間隔を隔てて形成され、媒体対向面に開口しており、

前記第 1 のポール片は、トラック幅が前記 2 つのノッチ部の間に存在する前記間隔によって画定され、前記トラック幅が、前記媒体対向面を基準にして後方側となる高さ方向で見えて一定となる定幅部分を有しており、

前記第 2 の磁性膜は、第 2 のポール片を有し、前記ギャップ膜を介して、前記第 1 のポール片に隣接しており、

前記コイル膜は、前記第 1 の磁性膜、前記第 2 の磁性膜及び前記ギャップ膜を含む薄膜磁気回路を励磁するものであり、

前記第 1 のポール片は、前記定幅部分の高さを  $TH1$  とし、前記第 1 の磁性膜の前記一面を基準にした前記定幅部分の深さを  $ND1$  とし、前記ギャップ膜の膜厚を  $WG$  としたとき、

$$TH1 \geq 4WG、及び、ND1 \geq 4WG$$

を満たす薄膜磁気ヘッド。

【請求項 2】 少なくとも 1 つの書込素子を含む薄膜磁気ヘッドであって、前記書込素子は、第 1 の磁性膜と、ギャップ膜と、第 2 の磁性膜と、コイル膜とを含んでおり、

前記第 1 の磁性膜は、2 つのノッチ部と、第 1 のポール片とを有しており、

前記 2 つのノッチ部のそれぞれは、前記第 1 の磁性膜の一面に互いに間隔を隔てて形成され、媒体対向面に開口し、

前記第 1 のポール片は、前記 2 つのノッチ部の間に存在する前記間隔によって画定されており、

前記第2の磁性膜は、第2のポール片を有し、前記第2のポール片は前記ギャップ膜を介して前記第1のポール片に隣接し、トラック幅が、前記媒体対向面を基準にして後方側となる高さ方向で見えて一定となる定幅部分を有しており、

前記コイル膜は、前記第1の磁性膜、前記第2の磁性膜及び前記ギャップ膜を含む薄膜磁気回路を励磁するものであり、

前記第2のポール片は、前記定幅部分の高さを $TH2$ とし、前記ギャップ膜の膜厚を $WG$ としたとき、

$$TH2 \geq 4WG$$

を満たす薄膜磁気ヘッド。

【請求項3】 少なくとも1つの書込素子を含む薄膜磁気ヘッドであって、

前記書込素子は、第1の磁性膜と、ギャップ膜と、第2の磁性膜と、コイル膜とを含んでおり、

前記第1の磁性膜は、平面状である一面に第1のポール片を有しており、

前記第1のポール片は、前記トラック幅が、前記媒体対向面を基準にして後方側となる高さ方向で見えて一定となる定幅部分を有しており、

前記第2の磁性膜は、第2のポール片を有し、前記第2のポール片は、前記ギャップ膜を介して、前記第1のポール片に隣接しており、

前記コイル膜は、前記第1の磁性膜、前記第2の磁性膜及び前記ギャップ膜を含む薄膜磁気回路を励磁するものであり、

前記第1のポール片は、前記定幅部分の高さを $TH1$ とし、前記第1の磁性膜の前記一面を基準にした前記定幅部分の深さを $ND1$ とし、前記ギャップ膜の膜厚を $WG$ としたとき、

$$TH1 \geq 4WG、及び、ND1 \geq 4WG$$

を満たす薄膜磁気ヘッド。

【請求項4】 少なくとも1つの書込素子を含む薄膜磁気ヘッドであって、

前記書込素子は、第1の磁性膜と、ギャップ膜と、第2の磁性膜と、コイル膜とを含んでおり、

前記第1の磁性膜は、平面状である一面に第1のポール片を有しており、

前記第2の磁性膜は、第2のポール片を有し、

前記第 2 のポール片は前記ギャップ膜を介して前記第 1 のポール片に隣接し、トラック幅が、前記媒体対向面を基準にして後方側となる高さ方向で見て一定となる定幅部分を有しており、

前記コイル膜は、前記第 1 の磁性膜、前記第 2 の磁性膜及び前記ギャップ膜を含む薄膜磁気回路を励磁するものであり、

前記第 2 のポール片は、前記定幅部分の高さを  $TH2$  とし、前記ギャップ膜の膜厚を  $WG$  としたとき、

$$TH2 \geq 4WG$$

を満たす薄膜磁気ヘッド。

【請求項 5】 請求項 1 または 3 に記載された薄膜磁気ヘッドであって、

前記第 2 のポール片は、前記媒体対向面を基準にして後方側となる高さ方向に一定幅を維持して延びる定幅部分を有しており、前記媒体対向面を基準にした前記定幅部分の高さを  $TH2$  としたとき、

$$TH2 \geq 4WG$$

を満たす薄膜磁気ヘッド。

【請求項 6】 請求項 5 に記載された薄膜磁気ヘッドであって、

前記第 2 のポール片は、前記ギャップ膜と隣接する面を基準にしてその対向面までの前記定幅部分の深さを  $ND2$  としたとき、

$$ND2 \geq 4WG、$$

を満たす薄膜磁気ヘッド。

【請求項 7】 請求項 2 または 4 に記載された薄膜磁気ヘッドであって、

前記第 2 のポール片は、前記ギャップ膜と隣接する面を基準にしてその対向面までの前記定幅部分の深さを  $ND2$  としたとき、

$$ND2 \geq 4WG、$$

を満たす薄膜磁気ヘッド。

【請求項 8】 請求項 1 乃至 7 の何れかに記載された薄膜磁気ヘッドであって、

更に、読取素子を含んでおり、

前記読取素子は、第 1 シールド膜と、第 2 シールド膜と、磁気抵抗効果膜とを

含んでおり、

前記磁気抵抗効果膜は、前記第 1 シールド膜及び前記第 2 シールド膜の間に配置されている

薄膜磁気ヘッド。

【請求項 9】 請求項 8 に記載された薄膜磁気ヘッドであって、前記磁気抵抗効果膜は巨大磁気抵抗効果膜である薄膜磁気ヘッド。

【請求項 10】 薄膜磁気ヘッドと、ヘッド支持装置とを含む磁気ヘッド装置であって、

前記薄膜磁気ヘッドは、請求項 1 乃至 9 の何れかに記載されたものでなり、

前記ヘッド支持装置は、前記薄膜磁気ヘッドを支持する磁気ヘッド装置。

【請求項 11】 磁気ヘッド装置と、磁気ディスクとを含む磁気記録再生装置であって、

前記磁気ヘッド装置は、請求項 7 に記載されたものでなり、

前記磁気ディスクは、前記磁気ヘッド装置との協働により、磁気記録の書き込み及び読み出しを行う

磁気記録再生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、薄膜磁気ヘッド、磁気ヘッド装置及び磁気記録再生装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

コンピュータの記憶装置を構成する磁気ディスク装置に用いられる薄膜磁気ヘッドとして、書込素子と、巨大磁気抵抗効果膜（以下 GMR 膜と称する）を用いた読取素子とを有する複合型のものが主に用いられる。

【0003】

書込素子としては、誘導型電磁変換素子が用いられ、読取素子の上に積層される。書込素子となる誘導型薄膜磁気変換素子は、下部磁性膜、上部磁性膜、ギャ

ップ膜及び絶縁膜によって支持されたコイル膜等を有している。

#### 【0004】

下部磁性膜及び上部磁性膜の先端部は微小厚みのギャップ膜を隔てて対向する下部及び上部ポール片とから構成されており、下部ポール片及び上部ポール片において書込を行なう。下部磁性膜及び上部磁性膜は、そのヨークが下部ポール片及び上部ポール片とは反対側にあるバックギャップ部において、磁気回路を完成するように互いに結合されている。コイル膜はヨークの結合部のまわりを渦巻状にまわるように形成されている。

#### 【0005】

読取素子を構成する GMR 膜としては、スピンバルブ膜（以下 S V 膜と称する）や、強磁性トンネル接合膜（以下 TMR 膜と称する）が知られている。GMR 膜を用いた読取素子は、磁気ディスクとの間の相対速度に依存せず、高い分解能が得られる。

#### 【0006】

この種の薄膜磁気ヘッドを用いて、高記録密度に対応するためには、磁気ディスクの単位面積あたりに記憶されるデータ量（面密度）を高めなければならない。面密度の向上は、書込素子の能力向上とともに、磁気ディスク等の磁気記録媒体の性能向上、及び、書込回路の高周波化によって達成される。

#### 【0007】

書込素子の能力を向上させて面密度を向上させる一つの手段は、ポール片間のギャップ長を小さくすることである。但し、ギャップ長の短縮は、ポール片間の記録磁界強度の減少を招くので、おのずと限界がある。

#### 【0008】

面密度を高めるもう一つの手段は、磁気ディスクに記録できるデータトラック数を増やすことである。磁気ディスクに記録できるトラック数は、通常、T P I (Track Per Inch) として表現される。書込素子の T P I 能力は、データ、トラックの幅を決めるヘッド寸法を小さくすることによって高めることができる。このヘッド寸法は、通常、ヘッドのトラック幅と称されている。

#### 【0009】



トラック幅は、コンピュータに使用されるHDDの高密度記録化に対応するため、 $0.4\mu\text{m}$ 、 $0.3\mu\text{m}$ のように狭小化され、トラック幅の狭小化は、最近では、 $0.2\mu\text{m}$ 以下の領域まで進んでいる。トラック幅がこのように狭小化されると、オーバーライト特性の確保と同時に、ポール片において、トラック幅方向の両端から漏れる漏洩磁界の磁気記録媒体に対する影響（サイドフリンジング）を、如何に低減させるかが、きわめて重要な課題になる。

#### 【0010】

オーバーライト特性を確保する手段としては、ポール片に高飽和磁束密度材料を用いたり、あるいは、ポール形状を最適化するなどの技術が提案されている。一方、トラック幅方向のサイドフリンジング低減手段としては、例えば、イオン・ビーム・ミリングにより、下部の幅を、上部ポール片の幅に合わせ、下部ポール片と上部ポールとを、実質的に、同一のトラック幅にする技術が提案されている（例えば、特許文献1，2参照）。

#### 【0011】

また、下部磁性膜及び上部磁性膜について、ゼロスロート点と、拡張部との間にテーパ部を設ける構造も既に知られている（例えば、特許文献3参照）。

#### 【0012】

更に、上部ヨーク幅を上部ポール片の幅よりも大きくし、上部ヨークの幅方向の両側面を、上部ポール片の両側面から突出させた構造も知られている（例えば特許文献4参照）。

#### 【0013】

しかし、これらの公知文献に記載された技術は、トラック幅が $0.3\mu\text{m}$ 以下のような狭トラック幅領域では、特にサイドフリンジの点で、隣接トラックを消去してしまうなどの問題を抱えており、この問題に対する解決策は未だ見出されていない。

#### 【0014】

##### 【特許文献1】

特開平7-262519号公報

##### 【特許文献2】

特開平 7-225917 号公報

【特許文献 3】

米国特許第 5、600、519 号明細書

【特許文献 4】

米国特許第 5、452、164 号明細書

【0015】

【発明が解決しようとする課題】

本発明の課題は、狭トラック領域でもサイドフリンジングを抑制し、記録にじみを回避し得る薄膜磁気ヘッド、磁気ヘッド装置及び磁気記録再生装置を提供することである。

【0016】

【課題を解決するための手段】

上述した課題解決のため、本発明は、薄膜磁気ヘッドについて、4つの態様を開示する。

【0017】

1. 第1の態様

第1の態様に係る薄膜磁気ヘッドは、少なくとも1つの書込素子を含む。前記書込素子は、第1の磁性膜と、ギャップ膜と、第2の磁性膜と、コイル膜とを含む。前記第1の磁性膜は、2つのノッチ部と、第1のポール片とを有しており、前記2つのノッチ部のそれぞれは、前記第1の磁性膜の一面に互いに間隔を隔てて形成され、媒体対向面に開口する。

【0018】

前記第1のポール片は、トラック幅が前記2つのノッチ部の間に存在する前記間隔によって画定され、前記トラック幅が、前記媒体対向面を基準にして後方側となる高さ方向で見えて一定となる定幅部分を有する。前記第2の磁性膜は、第2のポール片を有し、前記ギャップ膜を介して、前記第1のポール片に隣接する。前記コイル膜は、前記第1の磁性膜、前記第2の磁性膜及び前記ギャップ膜を含む薄膜磁気回路を励磁する。

【0019】

上記構成において、前記第1のポール片は、前記定幅部分の高さを $TH1$ とし、前記第1の磁性膜の前記一面を基準にした前記定幅部分の深さを $ND1$ とし、前記ギャップ膜の膜厚を $WG$ としたとき、

$TH1 \geq 4WG$ 、及び、 $ND1 \geq 4WG$   
を満たす。

#### 【0020】

第1の態様に係る薄膜磁気ヘッドにおいて、第2の磁性膜に備えられた第2のポール片は、ギャップ膜を介して、第1の磁性膜に備えられた第1のポール片と隣接している。コイル膜は第1の磁性膜、第2の磁性膜及びギャップ膜を含む薄膜磁気回路を励磁する。従って、コイル膜に書き込み電流を供給することによって薄膜磁気回路を励磁し、ギャップ膜を介して隣接する第1のポール片及び第2のポール片の間に、書き込み磁界を生じさせ、この書き込み磁界により、磁気記録媒体に対する磁気記録を行うことができる。

#### 【0021】

書込素子を構成する第1の磁性膜は、2つのノッチ部と、第1のポール片とを有する。2つのノッチ部のそれぞれは、第1の磁性膜の一面に互いに間隔を隔てて形成される。第1のポール片は、トラック幅が、2つのノッチ部の間に存在する間隔によって画定されている。この構造によれば、第1のポール片のトラック幅を、2つのノッチ部間の間隔によって定まる寸法まで狭小化し、書込素子のTPI能力を向上させることができる。また、トラック幅方向の両端から漏れる漏洩磁界による記録にじみ等のサイドフリンジングを低減させることができる。

#### 【0022】

第1のポール片は、トラック幅が、媒体対向面を基準にして後方側となる高さ方向で見て一定となる定幅部分を有しており、定幅部分の高さを $TH1$ とし、第1の磁性膜の一面を基準にした定幅部分の深さを $ND1$ とし、ギャップ膜の膜厚を $WG$ としたとき、

$TH1 \geq 4WG$ 、及び、 $ND1 \geq 4WG$   
を満たす。

#### 【0023】

上記条件のうち、まず、 $TH1 \geq 4WG$ の条件を満たすことにより、ポール片のトラック幅方向の端部から漏洩する磁界（以下エッジ磁界と称する）を、例えば2.5 (kOe) 以下の低い値に抑えることができる。このため、トラック幅を、 $0.2 \mu m$ 以下に狭小化した場合でも、サイドフリンジを低減させることができる。

#### 【0024】

また、 $ND1 \geq 4WG$ の条件を満たすことにより、エッジ磁界を、例えば2.5 (kOe) 以下の低い値に抑えることができる。このため、トラック幅を、 $0.2 \mu m$ 以下に狭小化した場合でも、サイドフリンジを低減させることができる。

#### 【0025】

##### 2. 第2の態様

第2の態様では、第2のポール片に焦点があわせられる。第1の磁性膜は、第1の態様で述べた条件を必ずしも満たす必要はない。第2のポール片は、トラック幅が、媒体対向面を基準にして後方側となる高さ方向で見て一定となる定幅部分を有しており、定幅部分の高さを $TH2$ とし、ギャップ膜の膜厚を $WG$ としたとき、

$$TH2 \geq 4WG$$

を満たす。この条件を満たすことにより、エッジ磁界を、例えば2.5 (kOe) 以下の低い値に抑えることができる。このため、トラック幅を、 $0.2 \mu m$ 以下に狭小化した場合でも、サイドフリンジを低減させることができる。

#### 【0026】

第2の態様において、第2のポール片は、ギャップ膜と隣接する面を基準にして、その対向面までの定幅部分の深さを $ND2$ としたとき、

$$ND2 \geq 4WG、$$

を満たすことが好ましい。この条件を満たすことにより、エッジ磁界を、例えば2.5 (kOe) 以下の低い値に抑えることができるから、トラック幅を、 $0.2 \mu m$ 以下に狭小化した場合でも、サイドフリンジを低減させることができる。

#### 【0027】

第1の態様に係る構成と、第2の態様に係る構成とを併せ備えることは、当然に、本発明の内容をなす。即ち、第1の態様の条件、

$$TH1 \geq 4WG、及び、ND1 \geq 4WG$$

と、第2の態様の条件、

$$TH2 \geq 4WG$$

または、

$$ND2 \geq 4WG、$$

とを満たすことである。この場合は、第1の態様に係る条件の作用効果と、第2の態様に係る条件の作用効果とを併せ得ることができる。

### 【0028】

#### 3. 第3の態様

第3の態様に係る薄膜磁気ヘッドでは、前記第1の磁性膜は、平面状である一面に第1のポール片を有しており、第1の態様におけるノッチ部は備えていない。前記第1のポール片は、トラック幅が、媒体対向面を基準にして後方側となる高さ方向で見て一定となる定幅部分を有しており、前記定幅部分の高さを $TH1$ とし、前記第1の磁性膜の前記一面を基準にした前記定幅部分の深さを $ND1$ とし、前記ギャップ膜の膜厚を $WG$ としたとき、

$$TH1 \geq 4WG、及び、ND1 \geq 4WG$$

を満たす。

### 【0029】

上記条件によれば、第1の態様において説明した作用効果と同等の作用効果を得ることができる。

### 【0030】

#### 4. 第4の態様

第3の態様に係る薄膜磁気ヘッドでは、第1の磁性膜は、平面状である一面に第1のポール片を有しており、第1の態様におけるノッチ部は備えていない。この点では、第3の態様と共通であるが、第2のポール片に焦点があわせられている点で、第3の態様とは異なる。

### 【0031】

第2のポール片は、トラック幅が、媒体対向面を基準にして後方側となる高さ方向で見て一定となる定幅部分を有しており、前記定幅部分の高さを $TH2$ とし、ギャップ膜の膜厚を $WG$ としたとき、

$$TH2 \geq 4WG$$

を満たす。この条件を満たす点では、第2の態様と同じであり、第2の態様で述べたと同様の作用効果を得ることができる。

#### 【0032】

第4の態様においても、第2のポール片は、ギャップ膜と隣接する面を基準にして、その対向面までの定幅部分の深さを $ND2$ としたとき、

$$ND2 \geq 4WG、$$

を満たすことが好ましい。この条件を満たすことにより、エッジ磁界を、例えば $2.5(kOe)$ 以下の低い値に抑えることができるから、トラック幅を、 $0.2\mu m$ 以下に狭小化した場合でも、サイドフリンジを低減させることができる。

#### 【0033】

第3の態様に係る構成と、第4の態様に係る構成とを併せ備えることは、当然に、本発明の内容をなす。即ち、第3の態様の条件、

$$TH1 \geq 4WG、及び、ND1 \geq 4WG$$

と、第4の態様の条件、

$$TH2 \geq 4WG$$

または、

$$ND2 \geq 4WG、$$

とを満たすことである。この場合は、第3の態様に係る条件の作用効果と、第4の態様に係る条件の作用効果とを併せ得ることができる。

#### 【0034】

本発明は、更に、上述した薄膜磁気ヘッドと、ヘッド支持装置とを組み合わせた磁気ヘッド装置、及び、磁気ヘッド装置と磁気記録媒体とを組み合わせた磁気記録再生装置についても開示する。

#### 【0035】

本発明の他の目的、構成及び利点については、実施例である添付図面を参照し

て、更に詳しく説明する。

### 【0036】

#### 【発明の実施の形態】

##### 1. 第1の態様に係る実施の形態

図1は第1の態様に係る薄膜磁気ヘッドの断面図、図2は図1に示した薄膜磁気ヘッドの拡大断面図、図3は図2の3-3線に沿った拡大断面図、図4は図1乃至図3に示した薄膜磁気ヘッドのポール部分における拡大斜視図である。図において、寸法は誇張されている。この実施例は、書込素子4と、読取素子3とを併せ持つ複合型の薄膜磁気ヘッドを示している。書込素子4及び読取素子3は、スライダとして用いられる基体5の上に付着されて、先端が、基体5の媒体対向面となる空気ベアリング面（以下ABSと称する）53、54に位置している。矢印F1は磁気記録媒体の回転方向（空気の流れ方向）を示している。

### 【0037】

書込素子4は、誘導型薄膜磁気変換素子であり、読取素子3の上に積層されている。但し、書込素子4の上に読取素子3を設ける構造であってもよい。書込素子4は、第1の磁性膜41と、ギャップ膜42と、第2の磁性膜45と、コイル膜43とを含む。第1の磁性膜41及び第2の磁性膜45は、一般には、パーマロイで構成できる。

### 【0038】

第1の磁性膜41は、2つのノッチ部411、412と、第1のポール片413とを有する。2つのノッチ部411、412のそれぞれは、第1の磁性膜41の一面に互いに間隔PW1を隔てて形成されている。第1の磁性膜41の一面は、ノッチ部411、412を除き、全体として平面状である。

### 【0039】

第1のポール片413は、2つのノッチ部411、412の間に存在する間隔PW1によって画定されている。この実施例において、間隔PW1は、書き込みトラック幅となるので、以下、間隔PW1を「トラック幅PW1」と称することとする。ノッチ部411、412は、例えば、イオンミリング、リアクティブ、イオン、エッチング（RIE）等の手段によって、高精度パターンとして形成さ

れる。

#### 【0040】

トラック幅PW1は、媒体対向面となる端面を基準にして後方側となる高さ方向で見て、高さTH1にわたって一定である。トラック幅PW1が一定となる高さTH1を持つ部分を、定幅部分414と称することとする。

#### 【0041】

ギャップ膜42は、一面が第1のポール片413に隣接している。ギャップ膜42は $Al_2O_3$ 、 $SiO_2$ 等の金属酸化物や、 $AlN$ 、 $BN$ 、 $SiN$ 等の窒化物によって構成できる。あるいは、 $Au$ 、 $Cu$ または $NiP$ 等の導電性非磁性材料によって構成してもよい。

#### 【0042】

第2の磁性膜45は、第2のポール片451を有し、第2のポール片451はギャップ膜42の他面に隣接している。図示実施例において、第2の磁性膜45はヨーク片452を有しており、ヨーク片452は、一端が第2のポール部451に連なり、他端が、媒体対向面を基準にして後方に導かれ、後方結合部47において、第1の磁性膜41に磁気結合されている。

#### 【0043】

第1のポール片413、第2のポール片451及びギャップ膜42は、端面が同一の平面上にあり、媒体対向面を構成する。

#### 【0044】

コイル膜43は、第1の磁性膜41、第2の磁性膜45及びギャップ膜42を含む薄膜磁気回路を励磁する。コイル膜43は、絶縁膜44によって支持され、後方結合部47を回るように配置されている。図示実施例において、コイル膜43は、連続する2層構成になっているが、単層構造であってもよいし、2層以上の多層構造であってもよい。コイル膜43は、一般には、 $Cu$ を主成分とする導電材料によって構成される。

#### 【0045】

第2の磁性膜45はヨーク片452を有しており、ヨーク片452は、一端が第2のポール部451に連なり、他端が、媒体対向面を基準にして、後方に導か



れ、後方結合部 47 において、第 1 の磁性膜 41 に磁気結合されている。すなわち、ポール片とヨークとを分離したステッチ型薄膜磁気ヘッドを構成している。参照符号 49 は全体を覆う保護膜であり、 $Al_2O_3$ 、 $SiO_2$  等で構成される。

#### 【0046】

読取素子 3 は、GMR 膜を用いたものが好ましい。図示実施例はその一例を示す。読取素子 3 は、GMR 膜 30 と、磁区制御膜 21、22 と、第 1 の磁気シールド膜 25 と、第 2 の磁気シールド膜 26 とを含む。GMR 膜 30 は、外部磁界に応答するフリー層を含んでおり、磁区制御膜 21、22 は、GMR 膜 30 の幅方向の両側部に配置され、フリー層の磁区を制御する。

#### 【0047】

磁区制御膜 21、22 は、この実施例では、硬磁性膜（マグネット）で構成されている。具体的には、 $CoCrPt$ 、 $CoPt$  などである。この他、反強磁性膜によって構成することもできる。磁区制御膜 21、22 と、第 2 の電極膜 26 及び GMR 膜 30 との間は、絶縁層 23、24 によって埋められている。

#### 【0048】

第 1 の磁気シールド膜 25 は、GMR 膜 30 の膜厚方向の一面側に配置されており、第 2 の磁気シールド膜 26 は、GMR 膜 30 の膜厚方向の他面側に配置されている。第 1 の磁気シールド膜 25 は、スライダ基体 5 の上に設けられた絶縁膜 501 によって支持されている。

#### 【0049】

GMR 膜 30 は、センス電流を供給するための第 1 の電極膜 25 と、第 2 の電極膜 26 とを備えている。第 1 の電極膜 25 は GMR 膜 30 の膜厚方向の一面に隣接し、第 2 の電極膜 26 は、GMR 膜 30 の膜厚方向の他面に隣接している。このような GMR 膜 30 の例は、強磁性トンネル接合膜（TMR 膜）または、膜面に対して垂直にセンス電流を流す CPP タイプのスピバルブ膜（SV 膜）である。

#### 【0050】

図示実施例では、第 1 の電極膜 25 が、第 1 の磁気シールド膜 25 として兼用

され、第2の電極膜26が第2の磁気シールド膜26として兼用されている。この構造によれば、シールドギャップを最小化し、高密度記録に対応することができる。第1の磁気シールド膜25及び第2の磁気シールド膜26を電極膜として利用する場合、適した材料の具体例としては、CoFe、NiFe、CoNiFe等がある。第2の電極膜26は、絶縁膜46を介して第1の磁性膜41と隣接する。

#### 【0051】

上述した第1の態様に係る薄膜磁気ヘッドにおいて、ギャップ膜42が、第1のポール片413と第2のポール片451との間に配置されており、コイル膜43は第1の磁性膜41、第2の磁性膜45及びギャップ膜42を含む薄膜磁気回路を励磁する。従って、コイル膜43に書き込み電流を供給することによって薄膜磁気回路を励磁し、第1のポール片413、第2のポール片451及びギャップ膜42によって構成される書き込みギャップに、書き込み磁界を生じさせ、この書き込み磁界により、磁気記録媒体に対する磁気記録を行うことができる。

#### 【0052】

書込素子4を構成する第1の磁性膜41は、2つのノッチ部411、412と、第1のポール片413とを有する。2つのノッチ部411、412のそれぞれは、第1の磁性膜41の一面に互いにトラック幅PW1を隔てて形成されている。この構造によれば、第1のポール片413のトラック幅PW1を、2つのノッチ部411、412の間の間隔によって定まる寸法まで狭小化し、書込素子4のTPI能力を向上させることができる。また、トラック幅方向の両端から漏れる漏洩磁界による記録にじみ等のサイドフリッジングを低減させることができる。

#### 【0053】

本発明の最大の特徴は、上述した構造において、第1のポール片413がギャップ膜42の膜厚との関係で限定されている点にある。即ち、第1のポール片413は、定幅部分414の高さTH1、第1の磁性膜41の一面を基準にした深さND1、及び、ギャップ膜42の膜厚WGが、

$$TH1 \geq 4WG、及び、ND1 \geq 4WG、$$

を満たすことである。次に、この条件の技術的意義について、図5～図8を参照

して説明する。

#### 【0054】

図5は高さTH1と、書き込み磁界(W r i t e F i e l d)及びエッジ磁界(E d g e F i e l d)との関係を示すデータである。横軸に高さTH1( $\mu\text{m}$ )をとり、左縦軸にW r i t e F i e l d(kOe)をとり、右縦軸にE d g e F i e l d(kOe)をとってある。ギャップ膜42の膜厚WGは、 $0.1\mu\text{m}$ とした。特性WR1は、書き込み磁界特性を示し、特性ED1はエッジ磁界特性を示している。

#### 【0055】

エッジ磁界強度が $2.5(\text{kOe})$ 以下であれば、一般的に要求されるサイドフリンジ低減条件を満たすとされている。この観点から、図5のデータを見ると、高さTH1を $0.3\mu\text{m}$ 以上にすると、エッジ磁界を $2.5(\text{kOe})$ 以下の低い値に抑え、サイドフリンジを低減させることができることが分かる。

#### 【0056】

次に、図6は高さTH1とギャップ膜43の膜厚WGとの比( $\text{TH1}/\text{WG}$ )に対するエッジ磁界の関係を示す図である。図において、横軸に( $\text{TH1}/\text{WG}$ )をとり、縦軸にE d g e F i e l d(kOe)をとってある。図示された3つの曲線は、ギャップ膜42の膜厚WGが、それぞれ、 $0.08\mu\text{m}$ 、 $0.1\mu\text{m}$ 、 $0.12\mu\text{m}$ のときの各特性を示している。

#### 【0057】

図6をみれば明らかなように、 $\text{TH1} \geq 4\text{WG}$ の条件を満たすことにより、ギャップ膜42の膜厚WGが変化しても、エッジ磁界を $2.5(\text{kOe})$ 以下の低い値に抑えることができる。エッジ磁界の強度は、ギャップ膜42の膜厚には依存するが、トラック幅には殆ど依存しない。このため、トラック幅を、 $0.2\mu\text{m}$ 以下に狭小化した場合でも、サイドフリンジを低減させることができる。

#### 【0058】

図7は深さND1と、書き込み磁界(W r i t e F i e l d)及びエッジ磁界(E d g e F i e l d)との関係を示すデータである。横軸に深さND1( $\mu\text{m}$ )をとり、左縦軸にW r i t e F i e l d(kOe)をとり、右縦軸にE

Edge Field (kOe) をとってある。ギャップ膜 42 の膜厚 WG は、 $0.1\mu\text{m}$  とした。特性 WR1 は、書き込み磁界特性を示し、特性 ED1 はエッジ磁界特性を示している。

#### 【0059】

エッジ磁界強度が  $2.5\text{ (kOe)}$  以下であれば、一般的に要求されるサイドフリンジ低減条件を満たすとされている。この観点から、図 7 のデータを見ると、深さ ND1 を  $0.35\mu\text{m}$  以上にすると、エッジ磁界を  $2.5\text{ (kOe)}$  以下の低い値に抑え、サイドフリンジを低減させることができることが分かる。

#### 【0060】

次に、図 8 は深さ ND1 とギャップ膜 43 の膜厚 WG との比 ( $\text{ND1}/\text{WG}$ ) に対するエッジ磁界の関係を示す図である。図において、横軸に ( $\text{ND1}/\text{WG}$ ) をとり、縦軸に Edge Field (kOe) をとってある。図示された 3 つの曲線は、ギャップ膜 42 の膜厚 WG が、それぞれ、 $0.08\mu\text{m}$ 、 $0.1\mu\text{m}$ 、 $0.12\mu\text{m}$  のときの各特性を示している。

#### 【0061】

図 8 をみれば明らかなように、 $\text{ND1} \geq 4\text{WG}$  の条件を満たすことにより、ギャップ膜 42 の膜厚 WG が変化しても、エッジ磁界を  $2.5\text{ (kOe)}$  以下の低い値に抑えることができる。エッジ磁界の強度は、ギャップ膜 42 の膜厚には依存するが、トラック幅には殆ど依存しない。このため、トラック幅を、 $0.2\mu\text{m}$  以下に狭小化した場合でも、サイドフリンジを低減させることができる。

#### 【0062】

### 2. 第 2 の態様に係る実施の形態

図 9 は第 2 の態様に係る薄膜磁気ヘッドのポール部分の拡大斜視図である。第 2 の態様では、第 2 の磁性膜 45 に含まれる第 2 のポール片 451 に焦点が合わされている。第 2 のポール片 451 は、ギャップ膜 42 を介して、第 1 のポール片 413 に隣接し、トラック幅 PW2 が、媒体対向面を基準にして後方側となる高さ方向で見て一定となる定幅部分 453 を有している。定幅部分 453 の後方には、幅広部分 454 が備えられており、幅広部分 454 にヨーク片 452 が結合されている。

## 【0063】

第2のポール片451は、定幅部分453の高さをTH2とし、ギャップ膜42の膜厚をWGとしたとき、

$$TH2 \geq 4WG$$

を満たす。この条件を満たすことにより、エッジ磁界を、例えば2.5 (kOe) 以下の低い値に抑えることができる。この点は、先に示した図5、6のデータから容易に予測できる。このため、トラック幅を、 $0.2 \mu m$ 以下に狭小化した場合でも、サイドフリンジを低減させることができる。

## 【0064】

第2の態様において、第2のポール片451の定幅部分453は、ギャップ膜42と隣接する面を基準にして、その対向面までの深さND2に関して、

$$ND2 \geq 4WG、$$

を満たすことが好ましい。この条件を満たすことにより、エッジ磁界を、例えば2.5 (kOe) 以下の低い値に抑えることができる。この点は、先に挙げた図7、図8のデータから容易に予測し得る。

## 【0065】

第1の態様に係る構成と、第2の態様に係る構成とを併せ備えることは、当然に、本発明の内容をなす。図10にその実施例を示す。この場合は、第1の態様の条件、

$$TH1 \geq 4WG、及び、ND1 \geq 4WG$$

と、第2の態様の条件、

$$TH2 \geq 4WG$$

または、

$$ND2 \geq 4WG、$$

とを満たすことになり、第1の態様の作用効果と、第2の態様の作用効果とを併せ得ることができる。

## 【0066】

### 3. 第3の態様に係る実施の形態

図11は第3の態様に係る薄膜磁気ヘッドの書込みポール部分の拡大斜視図で

ある。第3の態様に係る薄膜磁気ヘッドでは、第1の磁性膜41は、平面状の一面に第1のポール片413を有しており、第1の態様におけるノッチ部は備えていない。第1のポール片413は、トラック幅PW1が、媒体対向面を基準にして後方側となる高さ方向で見て、高さTH1にわたって一定となる定幅部分414を有しており、定幅部分414の高さTH1、第1の磁性膜41の一面を基準にした定幅部分414の深さND1、及び、ギャップ膜42の膜厚WGが、

$$TH1 \geq 4WG、及び、ND1 \geq 4WG$$

を満たす。

#### 【0067】

上記条件によれば、第1の態様において説明した作用効果と同等の作用効果を得ることができる。

#### 【0068】

第1のポール片413は、第1の磁性膜41の上に成膜されたものであってもよいし、第1の磁性膜41の一部として構成されたものであってもよい。図示実施例では、第1のポール片413は、定幅部分414の後方に、幅広部分415を連続させたパターンを有する。

#### 【0069】

##### 4. 第4の態様に係る実施の形態

第4の態様に係る薄膜磁気ヘッドは、図11に既に含まれている。第4の態様に係る薄膜磁気ヘッドでは、第1の磁性膜41は、平面状の一面に第1のポール片413を有しており、第1の態様におけるノッチ部は備えていない。第4の態様に係る薄膜磁気ヘッドは、この点では、第3の態様と共通であるが、第2のポール片451に焦点が合わされている点で、第3の態様とは異なる。

#### 【0070】

第2のポール片451は、媒体対向面を基準にして後方側となる高さ方向で見て、トラック幅PW2が一定となる定幅部分453を有しており、定幅部分453の高さTH2、及び、ギャップ膜42の膜厚WGが、

$$TH2 \geq 4WG$$

を満たす。この条件を満たす点では、第2の態様と同じであり、第2の態様で述

べたと同様の作用効果を得ることができる。

#### 【0071】

第4の態様においても、第2のポール片451は、ギャップ膜42と隣接する面を基準にして、その対向面までの定幅部分454の深さをND2としたとき、

$$ND2 \geq 4WG、$$

を満たすことが好ましい。この条件を満たすことにより、エッジ磁界を、例えば2.5(kOe)以下の低い値に抑えることができるから、トラック幅を、0.2μm以下に狭小化した場合でも、サイドフリンジを低減させることができる。

#### 【0072】

第3の態様に係る構成と、第4の態様に係る構成とを併せ備えることは、当然に、本発明の内容をなす。図11はその実施例をも示している。即ち、第3の態様の条件、

$$TH1 \geq 4WG、及び、ND1 \geq 4WG$$

と、第4の態様の条件、

$$TH2 \geq 4WG$$

または、

$$ND2 \geq 4WG、$$

とを満たす。この場合は、第3の態様に係る条件の作用効果と、第4の態様に係る条件の作用効果とを併せ得ることができる。

#### 【0073】

### 5. 磁気ヘッド装置

図12は本発明に係る磁気ヘッド装置の正面図、図13は図12に示した磁気ヘッド装置の底面図である。図示された磁気ヘッド装置は、図1～図4、図9～図11に示した薄膜磁気ヘッド40と、ヘッド支持装置50とを含む。ヘッド支持装置50は、金属薄板でなる支持体51の長手方向の一端にある自由端に、同じく金属薄板でなる可撓体52を取付け、この可撓体52の下面に薄膜磁気ヘッド40を取付けた構造となっている。

#### 【0074】

具体的には、可撓体52は、支持体51の長手方向軸線と略平行して伸びる2

つの外側枠部 521、522 と、支持体 51 から離れた端において外側枠部 521、522 を連結する横枠 523 と、横枠 523 の略中央部から外側枠部 521、522 に略平行するように延びていて先端を自由端とした舌状片 524 とを有する。横枠 523 のある方向とは反対側の一端は、支持体 51 の自由端付近に溶接等の手段によって取付けられている。

#### 【0075】

支持体 51 の下面には、例えば半球状の荷重用突起 525 が設けられている。この荷重用突起 525 により、支持体 51 の自由端から舌状片 524 へ荷重力が伝えられる。

#### 【0076】

薄膜磁気ヘッド 40 は、舌状片 524 の下面に接着等の手段によって取付けられている。薄膜磁気ヘッド 40 は、ピッチ動作及びロール動作が許容されるように支持されている。

#### 【0077】

本発明に適用可能なヘッド支持装置 50 は、上記実施例に限定するものではなく、これまで提案され、またはこれから提案されることのあるヘッド支持装置を、広く適用できる。例えば、支持体 51 と舌状片 524 とを、タブテープ (TAB) 等のフレキシブルな高分子系配線板を用いて一体化したもの等を用いることもできる。また、従来より周知のジンバル構造を持つものを自由に用いることができる。

#### 【0078】

### 6. 磁気記録再生装置

図 14 は本発明に係る磁気記録再生装置の平面図である。図示された磁気記録再生装置は、図 12、図 13 に示した磁気ヘッド装置 6 と、位置決め装置 8 と、磁気ディスク 7 とを含む。位置決め装置 8 は、ロータリ・アクチュエータ方式であり、ヘッド支持装置 50 の他端側を支持している。

#### 【0079】

本実施例において、磁気ディスク 7 は磁気ヘッド装置 6 と協働して磁気記録再生を行う。磁気ディスク 7 は、図示しない回転駆動機構により、矢印 F1 の方向



に高速で回転駆動される。

#### 【0080】

薄膜磁気ヘッド40は、ヘッド支持装置50、アーム9及び位置決め装置8により、矢印B1またはB2の方向に駆動され、所定のトラック上で、磁気ディスク7への書き込み及び読み出しを行う。

#### 【0081】

この場合、薄膜磁気ヘッド40からのサイドフリンジが低減され、磁気記録媒体である磁気ディスク7に対する漏洩磁界による記録にじみを解消し得る。

#### 【0082】

#### 【発明の効果】

以上述べたように、本発明によれば、狭トラック領域でもサイドフリンジングを抑制し、記録にじみを回避し得る薄膜磁気ヘッド、磁気ヘッド装置及び磁気記録再生装置を提供することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【図1】

本発明に係る薄膜磁気ヘッドの斜視図である。

#### 【図2】

図1に示した薄膜磁気ヘッドの拡大断面図である。

#### 【図3】

図2の3-3線に沿った拡大断面図である。

#### 【図4】

図1乃至図3に示した薄膜磁気ヘッドのポール部分における拡大斜視図である。

#### 【図5】

第1のポール片413の高さTH1と、Write Field及びEdge Fieldとの関係を示すデータである。

#### 【図6】

第1のポール片413の高さTH1とギャップ膜の膜厚WGとの比（TH1／WG）に対するエッジ磁界の関係を示す図である。

## 【図 7】

第 1 のポール片 413 の深さ ND1 と、Write Field 及び Edge Field との関係を示すデータである。

## 【図 8】

第 1 のポール片 413 の深さ ND1 とギャップ膜の膜厚 WG との比 (ND1 / WG) に対するエッジ磁界の関係を示す図である。

## 【図 9】

本発明に係る薄膜磁気ヘッドの別の実施例におけるポール部分の拡大斜視図である。

## 【図 10】

本発明に係る薄膜磁気ヘッドの更に別の実施例におけるポール部分の拡大斜視図である。

## 【図 11】

本発明に係る薄膜磁気ヘッドの更に別の実施例におけるポール部分の拡大斜視図である。

## 【図 12】

本発明に係る磁気ヘッド装置の正面図である。

## 【図 13】

図 12 に示した磁気ヘッド装置の底面図である。

## 【図 14】

本発明に係る磁気記録再生装置の平面図である。

## 【符号の説明】

5	基体
4	書込素子
41	第 1 の磁性膜 41
411、412	ノッチ部
413	第 1 のポール片 413
42	ギャップ膜
45	第 2 の磁性膜

4 5 1

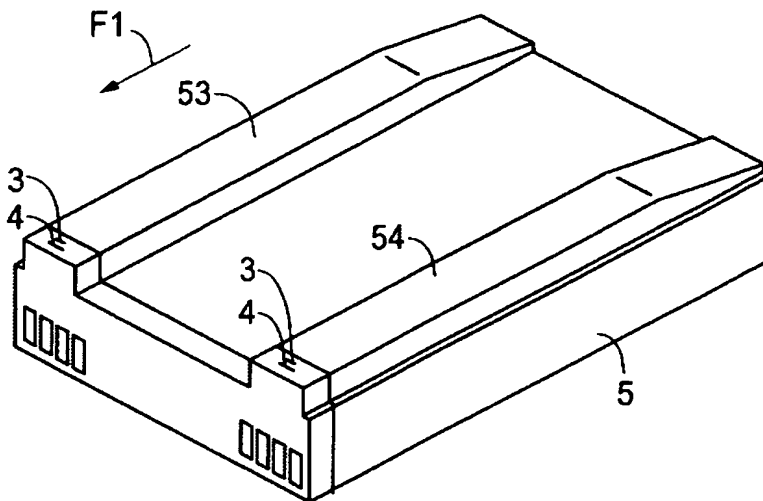
第 2 のポール片 4 5 1

4 5 2

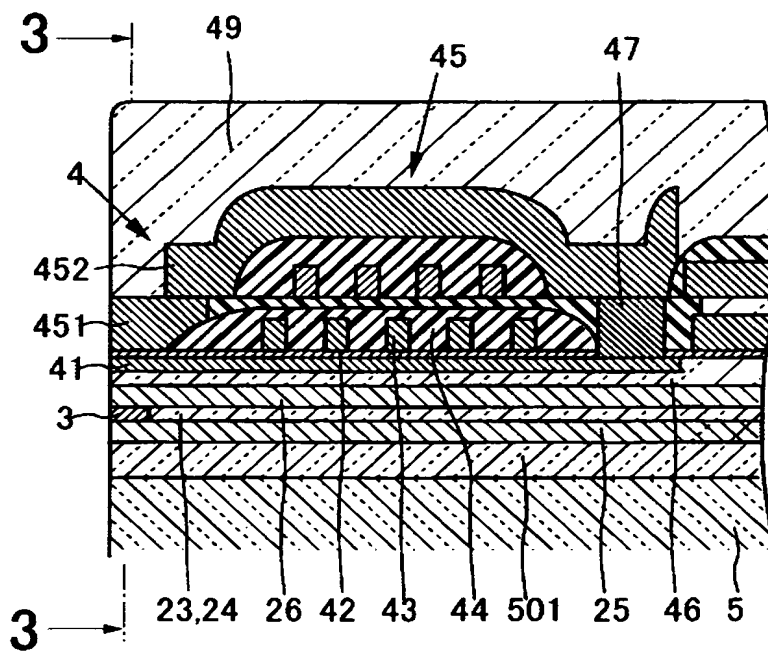
ヨーク片

【書類名】 図面

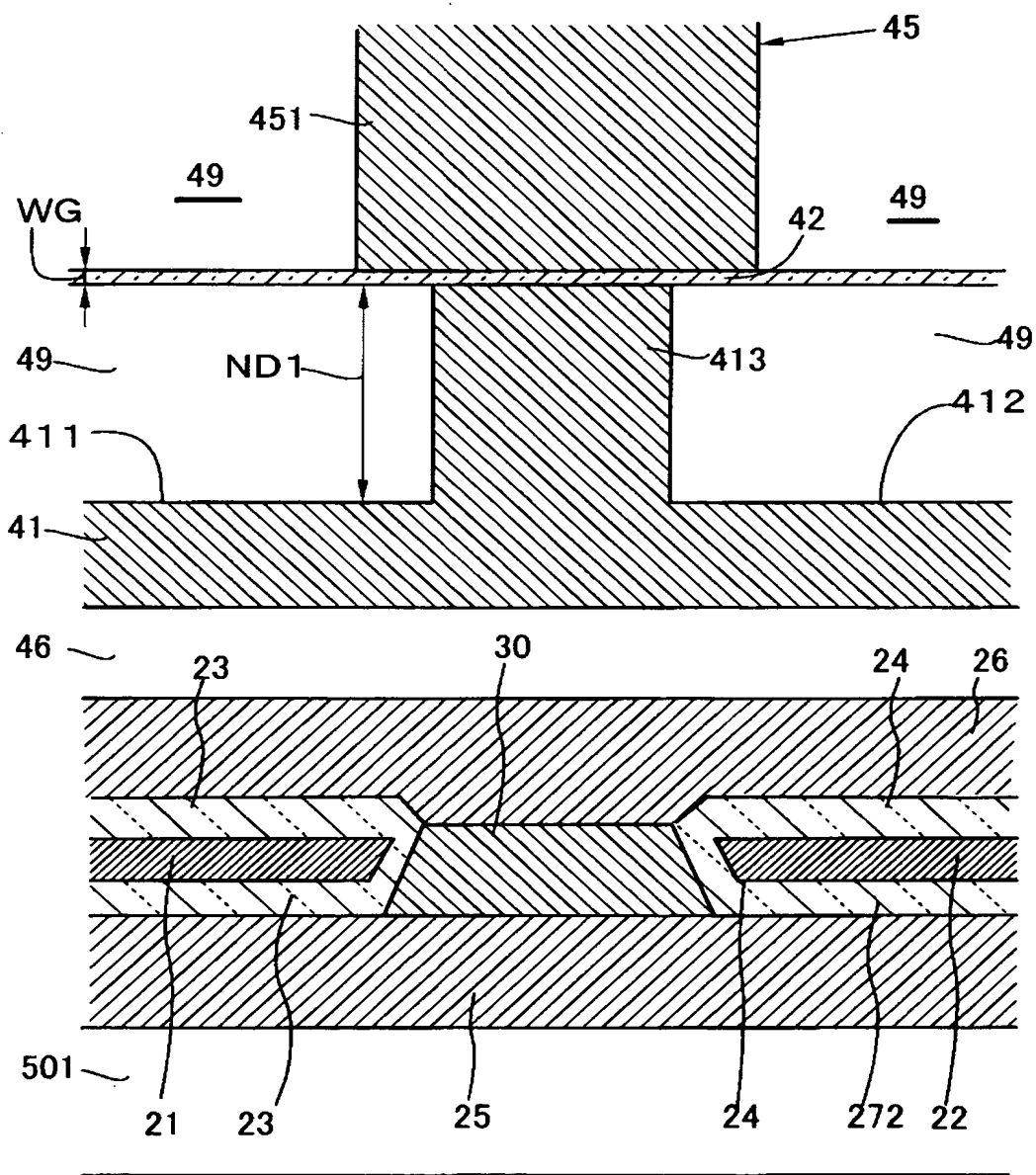
【図 1】



【図 2】

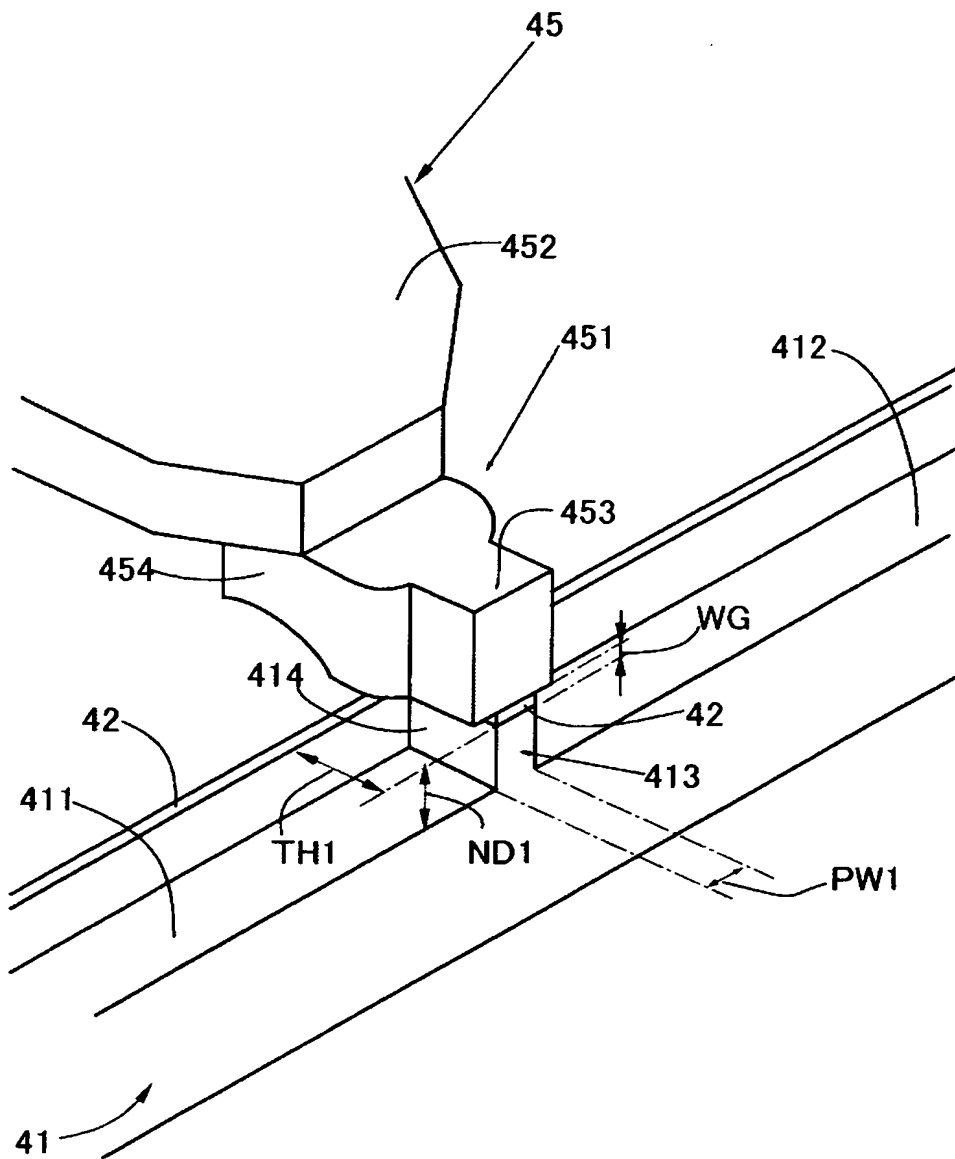


【図 3】

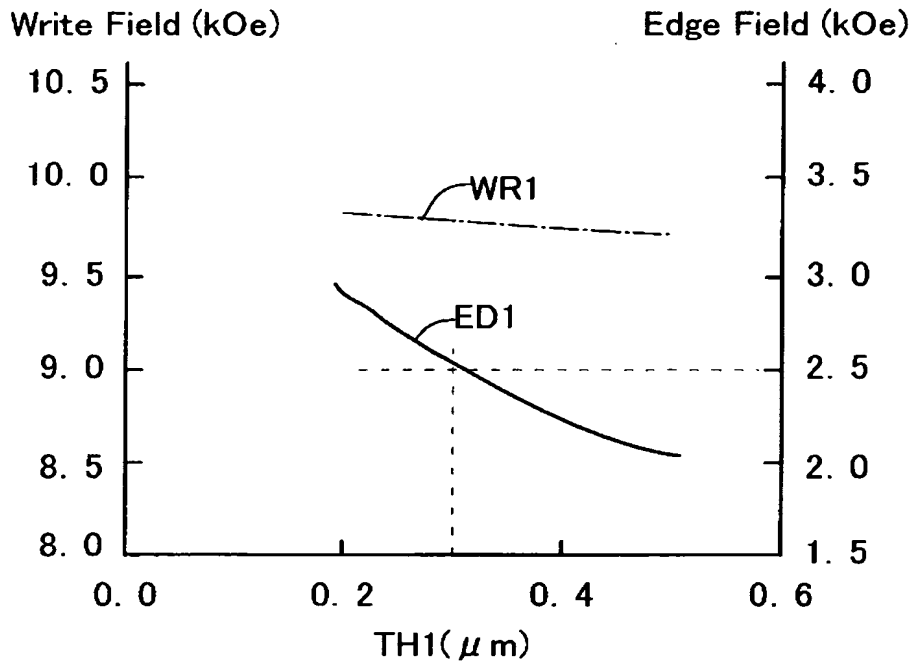


5

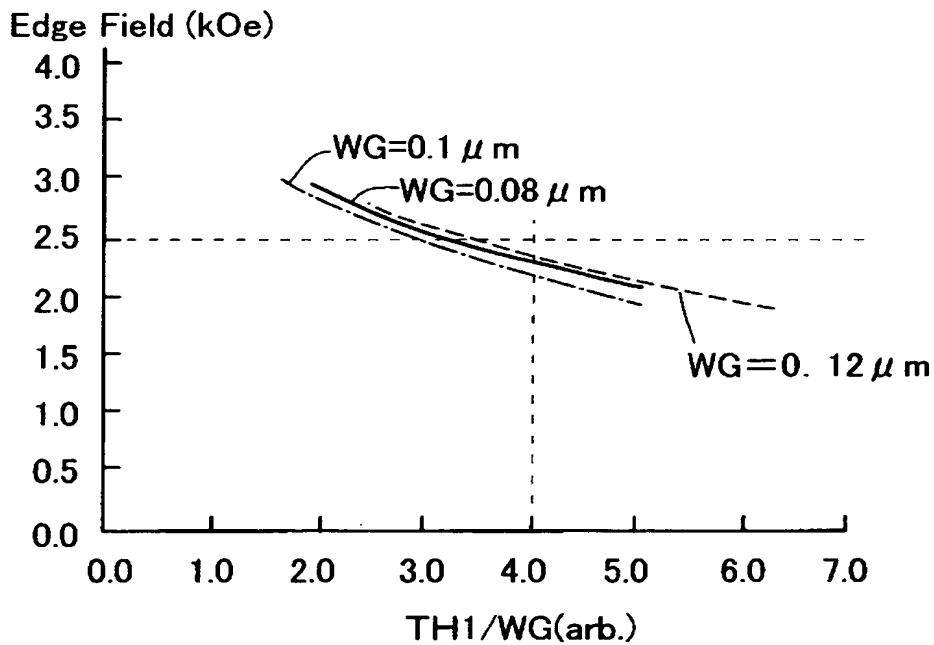
【図 4】



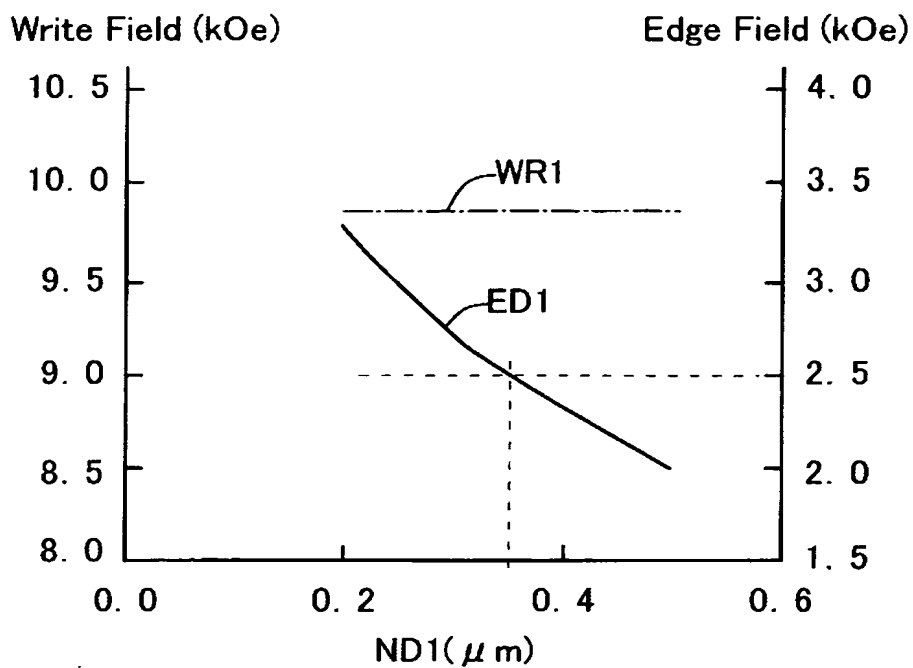
【図 5】



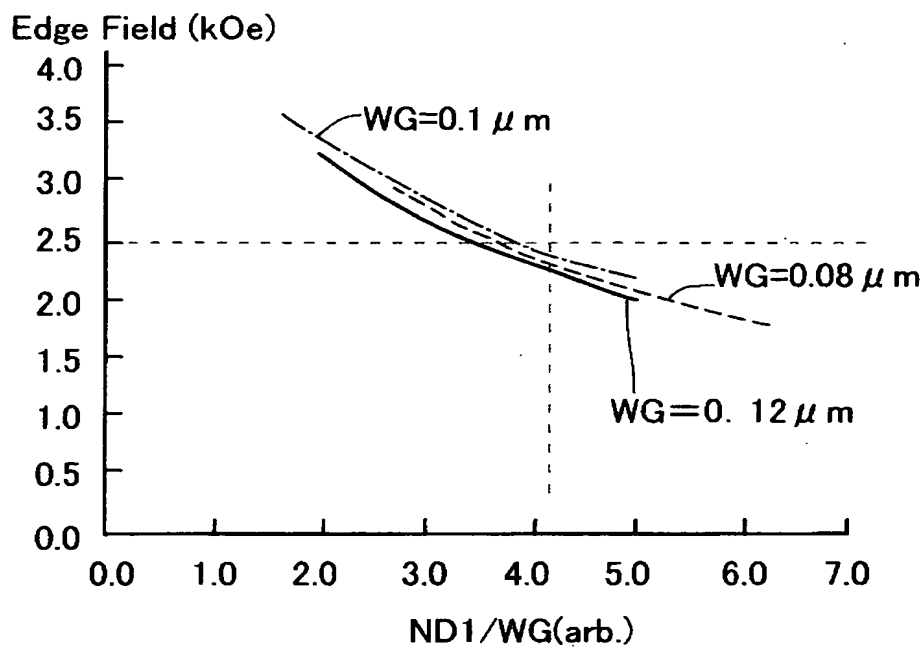
【図 6】



【図 7】

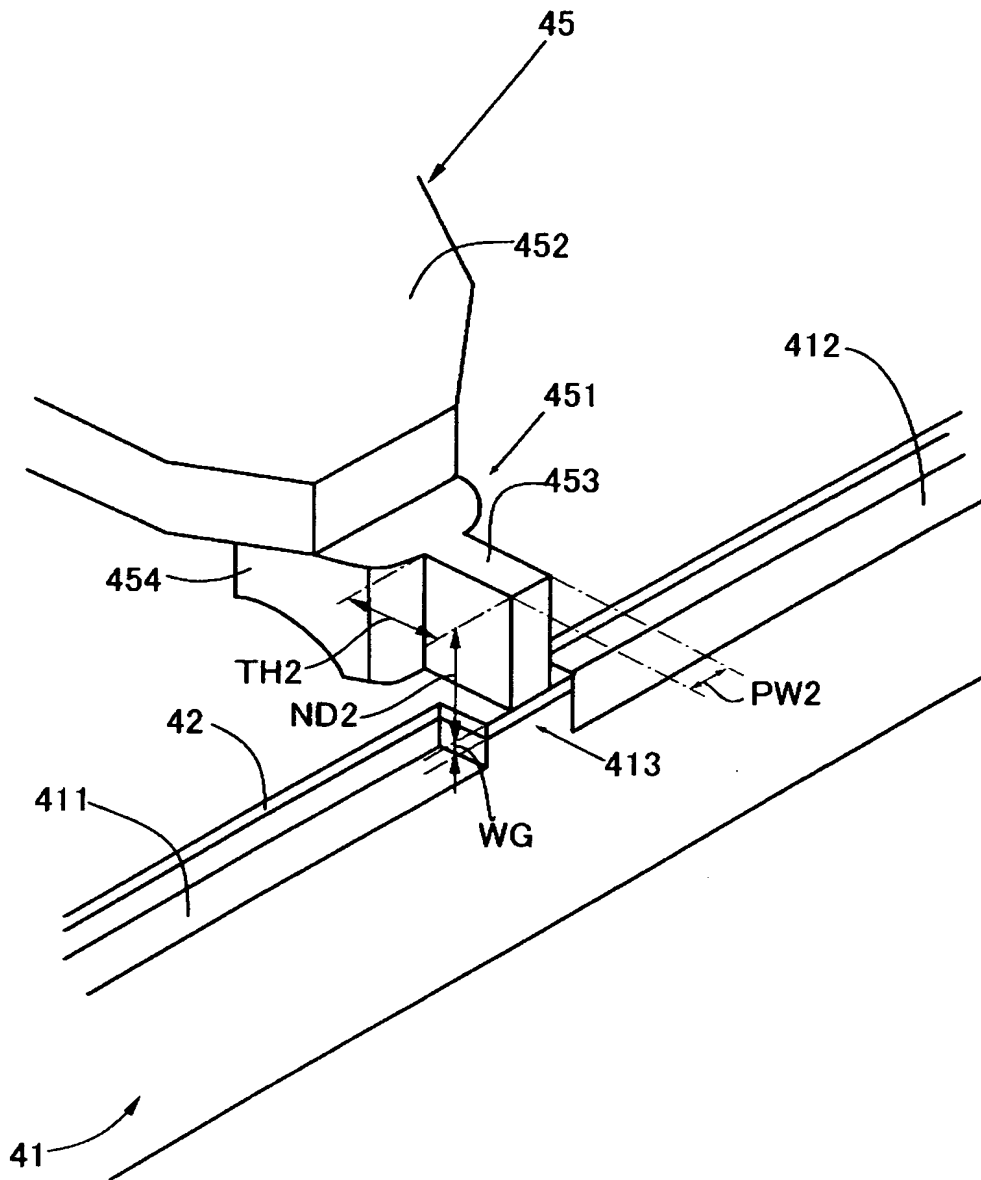


【図 8】

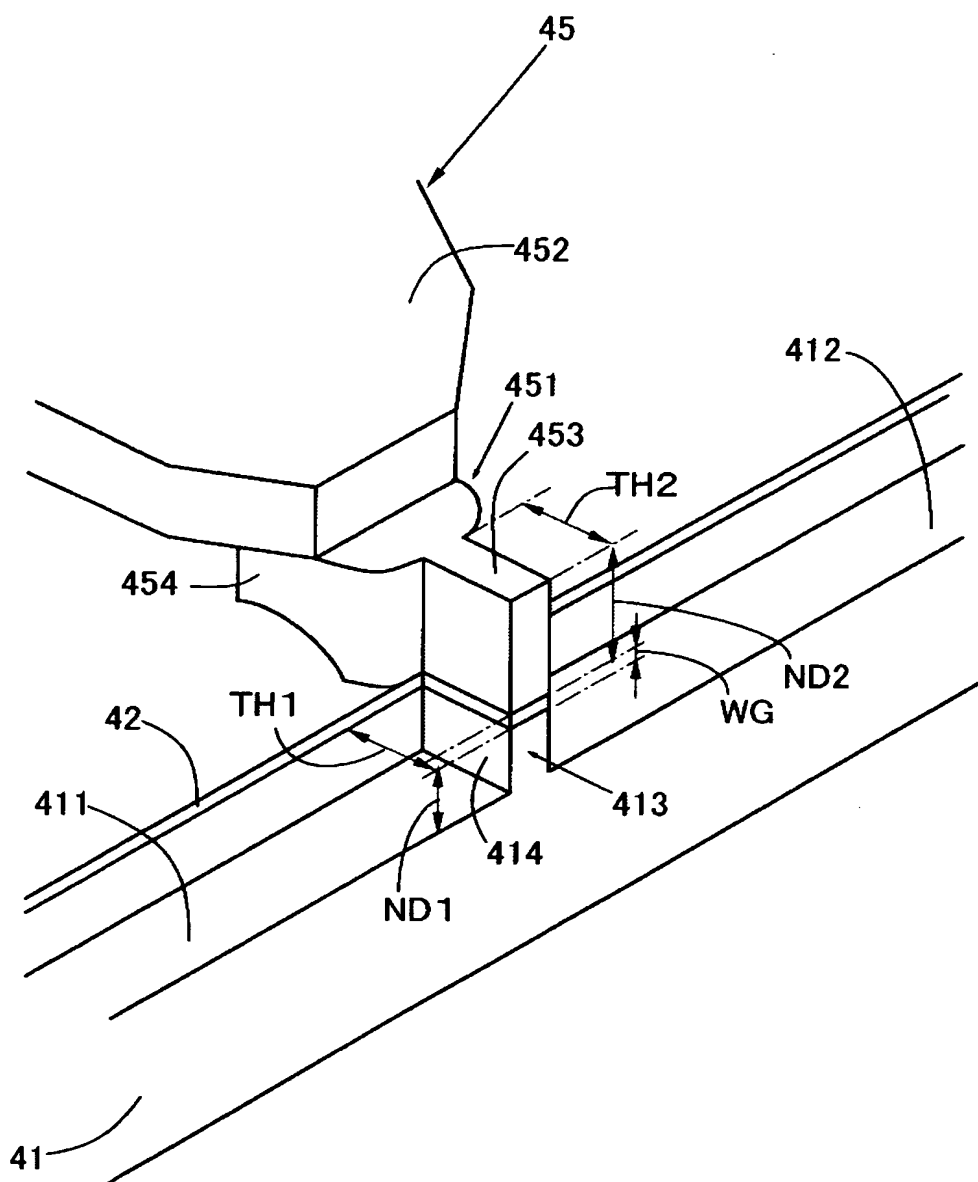




【図 9】

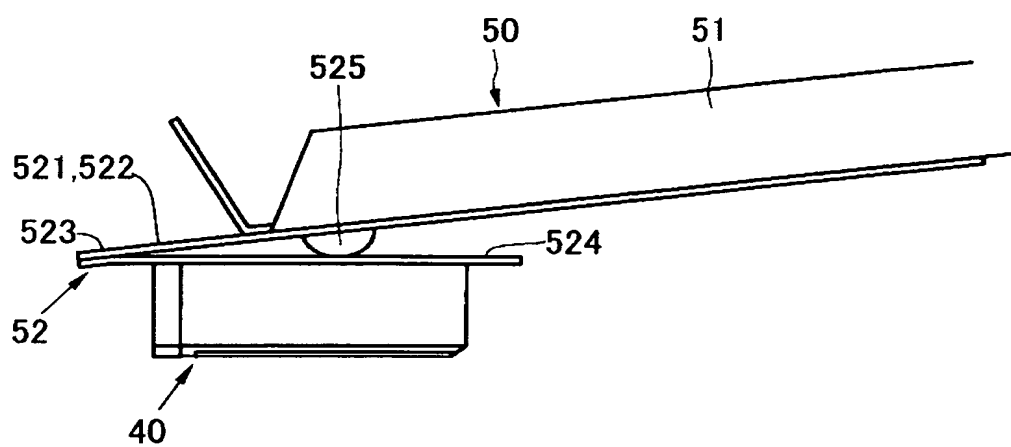


【図 10】

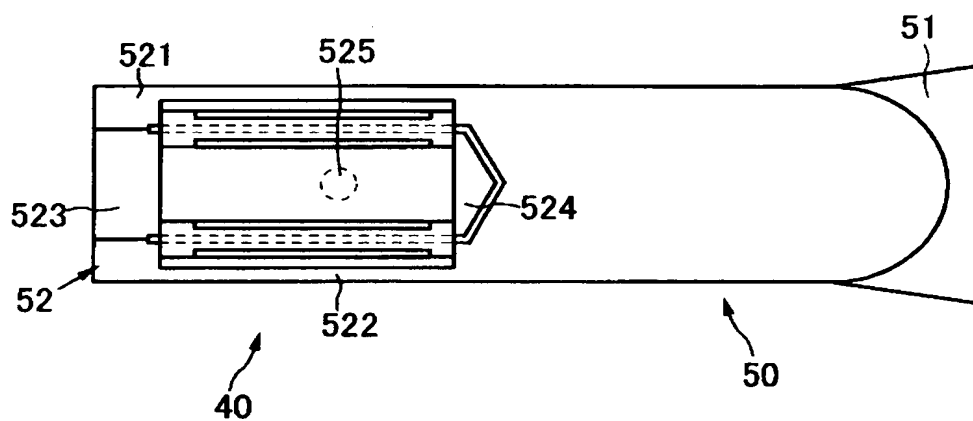




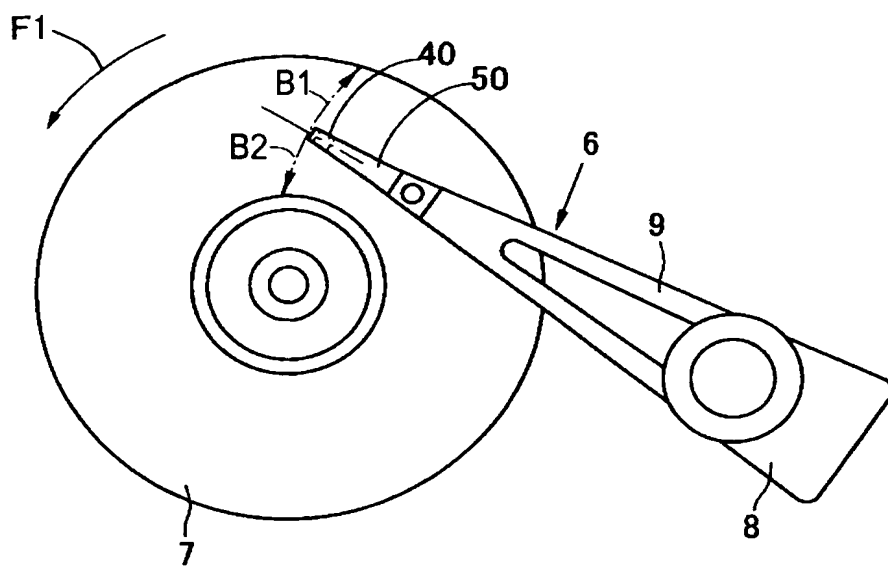
【図 12】



【図 13】



【図 14】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 狭トラック領域でもサイドフリンジングを抑制し、記録にじみを回避し得る薄膜磁気ヘッドを提供する。

【解決手段】 ノッチ部 4 1 1, 4 1 2 は、互いに間隔 P W 1 を隔てて形成され、第 1 のポール片 4 1 3 は間隔 P W 1 によって画定されている。第 2 の磁性膜 4 5 は、第 2 のポール片 4 5 1 を有する。第 1 のポール片 4 1 3 は、媒体対向面を基準にした高さ T H 1 と、第 1 の磁性膜 4 1 の一面を基準にした深さ N D 1 と、ギャップ膜 4 2 の膜厚 W G に関して、

$T H 1 \geq 4 W G$ 、及び、 $N D 1 \geq 4 W G$  を満たす。

【選択図】 図 4

特願 2 0 0 2 - 2 8 8 7 4 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 3 0 6 7 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都中央区日本橋1丁目13番1号

氏 名

ティーディーケイ株式会社

2. 変更年月日

2 0 0 3 年 6 月 2 7 日

[変更理由]

名称変更

住 所

東京都中央区日本橋1丁目13番1号

氏 名

T D K 株式会社